Beilage zum Programm
des Schiller-Realgymnasiums zu Stettin.
Ostern 1891.



Chrono-Isothermen für Stettin.

Eine Darstellung des täglichen und jährlichen Ganges der Temperatur durch ein einziges Kurvensystem unter Benutzung 50jähriger Beobachtungen.

Von **Dr. Krankenhagen.**

Seit dem Jahre 1836 sind in Stettin regelmässige meteorologische Beobachtungen angestellt worden. Dieselben haben eine Unterbrechung nur einmal, auf wenige Monate, erlitten und werden auch gegenwärtig noch fortgesetzt. Hierbei ist ein Material zusammengebracht, welches sich in mehreren Beziehungen auszeichnet. Der Vorzug der verhältnismässig langen Reihe von Jahren wird dadurch erhöht, dass die vom Anfang an benutzten, gut gewählten Beobachtungstermine — 6 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags, 10 Uhr abends — mehr als ein halbes Jahrhundert hindurch beibehalten und erst vor nicht langer Zeit (Januar 1887) in Übereinstimmung mit zahlreichen anderen Stationen des preussischen meteorologischen Instituts durch andere Stunden (7 a, 2 p, 9 p) ersetzt sind. Es kommt hinzu, dass während der Jahre 1842—44 nicht bloss die erwähnten Termine eingehalten wurden: der unermüdliche Rektor Hess, welcher die Beobachtungen von 1836 an bis zu seinem 1874 erfolgten Tode ausgeführt hat, notierte während der erwähnten drei Jahre die Temperatur stündlich*), im Sommer von 3 h, im Frühlinge und Herbst von 4 h, im Winter von 5 h morgens bis 11 h abends, ausserdem auch oft nachts. Was die Qualität der von Hess angestellten Beobachtungen betrifft, so liegt kein Grund vor, an der Güte des von ihm gelieferten Materials zu zweifeln: im Gegenteil kann konstatiert werden, dass namhafte und sachkundige Meteorologen sich in dieser Hinsicht günstig ausgesprochen haben. Boguslawski rühmt in seinen das Klima Stettins betreffenden Veröffentlichungen wiederholt und warm die Sorgfalt, welche Hess auf die Beobachtungen verwandt hat, und von Wild werden in seinem Werke „Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reichs" die aus den oben erwähnten vielstündigen Thermometer-Ablesungen gewonnenen Mittel für gut erklärt.

*) Vergl. Hellmann, Die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre in Norddeutschland.

Unterwirft man das gesamte Material, soweit es veröffentlicht ist und sich auf die Temperatur bezieht, einer vergleichenden Durchsicht, so fällt es besonders auf, dass das Mittel der Jahre 1836—47, also aus der Zeit vor der Gründung des preussischen meteorologischen Instituts, für einige Monate, z. B. Januar und Februar, nicht unerheblich tiefer liegt als der vieljährige Durchschnitt nach 1848, was zu Bedenken Veranlassung geben könnte. Aber Vergleiche mit anderen Stationen, z. B. Berlin, haben ergeben, dass daselbst für das Mittel der erwähnten Jahre ganz entsprechende Verhältnisse bestehen. Unter diesen Umständen liegt kein Grund vor, den Stettiner Beobachtungen für 1836—74 mit Misstrauen entgegenzutreten. Ebensowenig wäre dies für die folgenden Jahre angebracht, da seit Dezember 1874 die meteorologische Station, welche zu dem vom preussischen Institut organisierten und ausgerüsteten Beobachtungs-Netz gehört, sich unter der bewährten Leitung des Professors Dr. Schoenn befindet.

Auf Grund der Beobachtungsdaten, über deren Ursprung die vorstehenden Zeilen Aufschluss geben sollten, wurde die Kurventafel konstruiert, welche diesen Blättern beigefügt ist. Es ist hier zum ersten Male der Versuch gemacht worden, eine aus wenigen Jahren gewonnene Reihe von vielstündigen Mitteln mit den Resultaten langjähriger Terminbeobachtungen zur Konstruktion von Chrono-Isothermen zu kombinieren. In welcher Weise hierzu das vorhandene Material bearbeitet und verwandt ist, und wie, ebenfalls hier zum ersten Male, bei der Ausführung der Tafel die Unregelmässigkeiten im jährlichen Gange der Temperatur berücksichtigt sind, das soll unten näher angegeben werden. Die Veranlassung, bei welcher diese Untersuchung veröffentlicht wird, lässt es als selbstverständlich erscheinen, dass der Verfasser sich auch an solche Leser wendet, deren Interesse für gewöhnlich der Meteorologie nicht in besonderem Masse zugekehrt ist. Aus diesem Grunde mag es gestattet sein, hier zunächst eine kurze Besprechung der Kurventafel vorauszuschicken.

Diese Tafel ermöglicht es zunächst, durch ein sogleich näher anzugebendes, einfaches Verfahren den vieljährigen Durchschnittswert der Temperatur für eine beliebige Stunde des Tages abzulesen, so dass die in irgend einem Augenblick beobachtete Temperatur sich sofort mit dem langjährigen Mittel vergleichen lässt. Die horizontalen geraden Linien entsprechen, wie es auch die an ihren Enden befindlichen Zahlen andeuten, je einer Tagesstunde, und zwar enthält die obere Hälfte der Tafel die 12 Stunden vor Mittag, die untere diejenigen nach Mittag. Die vertikalen Geraden gehören zu demjenigen Tage, welcher an ihren Endpunkten vermerkt ist. Der Massstab ist so gewählt, dass jedem Tage 1 mm entspricht, so dass 366 Vertikallinien hätten gezeichnet werden können. Um indes das Bild nicht zu verwirren, ist nur etwa der zehnte Teil derselben wirklich ausgeführt, die übrigen können leicht hinzugedacht werden. Die krummen Linien sind Linien gleicher Temperatur, eine jede entspricht einem Grade der Celsius-Skala. Von fünf zu fünf Grad sind die Kurven der Übersichtlichkeit wegen stärker ausgezogen und mit der entsprechenden Grad-Zahl versehen, so dass auch für die zwischenliegenden der

Temperatur-Grad, welchen sie darstellen, ohne weiteres zu ersehen ist. Will man nun ermitteln, welches die vieljährige Durchschnittstemperatur einer bestimmten Stunde irgend eines Monatstages für Stettin ist, so braucht man nur zu beachten, wo der Schnittpunkt der betreffenden Stundenlinie mit der zu dem Tage gehörigen Vertikalen sich befindet: dieser Punkt giebt durch seine Lage zu den benachbarten Kurven sofort an, zwischen welchen beiden Celsius-Graden die gesuchte Temperatur liegt, und gestattet auch, den zugehörigen Bruchteil eines Grades abzuschätzen. Es ergiebt sich z. B. für den 7. September $9^1/_2$ Uhr vormittags die Durchschnittstemperatur $16^1/_2{}^0$ Celsius (oder etwa $13^1/_4{}^0$ Réaumur).

Die Kurven der Tafel, welche mit Recht als „Chrono-Isothermen" bezeichnet werden können, da sie Linien gleicher Temperatur sind und sich auf die Zeit beziehen*), erscheinen in einem andern Lichte, wenn man bemerkt, dass durch dieselben eine gewisse Fläche abgebildet wird nach einem Prinzip, welches besonders in der Geographie häufig Anwendung findet. Denkt man sich nämlich in den einzelnen Punkten der Tafelebene auf dieser Senkrechte errichtet, deren Längen den für die betreffenden Zeitmomente geltenden Mitteltemperaturen proportional sind — etwa so, dass jedem Grad 1 cm Länge entspricht —, so erhält man die erwähnte Fläche als die Vereinigung der Endpunkte der sämtlichen Senkrechten. Unsre Chrono-Isothermen sind daher nichts anderes als die Projektionen der Schnitte, welche äquidistante Horizontalebenen, deren Abstand einem Grade entspricht, mit der Temperaturfläche bilden: sie sind also zu vergleichen mit den Isohypsen geographischer Darstellungen.

Betrachtet man die Tafel von diesem Standpunkte aus, sieht sie also an als das Bild der Temperaturfläche, so bemerkt man, wie sie auf einen Blick eine Übersicht über die Verteilung der Temperatur für das ganze Jahr gewährt. Die grösste Erhebung der Fläche ist vorhanden an derjenigen Stelle, welche den ersten Nachmittagsstunden (2 Uhr) der zweiten Julihälfte entspricht. Von da senkt sie sich nach allen Seiten, durchschneidet bei der Kurve für 0^0 die Ebene der Tafel und geht gegen Mitte Januar am weitesten hinab. Die dieser Zeit des Jahres entsprechende, einem Thale zu vergleichende Senkung erreicht den tiefsten Punkt bei der zu 5 Uhr morgens gehörenden Geraden. Hier trifft die Senkung mit einer zweiten, viel steiler verlaufenden Furche zusammen, welche die dem Juli entsprechende Kammlinie der Temperaturfläche passartig überschreitet. Die tiefsten Punkte dieser Furche stimmen überein mit denjenigen Stellen der Isothermen, welche, zwischen den Stundenlinien für 3 und 6 Uhr morgens liegend, die am weitesten vorspringenden Punkte der Isothermen bilden. Denkt man sich die eben erwähnten Punkte der Tafel durch eine kontinuierliche krumme Linie verbunden, so giebt dieselbe für jeden Tag die mittlere Zeit des Temperaturminimums an. Denkt man

*) Wir folgen hier der Nomenklatur, wie sie von Köppen in der „Meteorol. Zeitschr." vorgeschlagen und in van Bebbers Handbuch, ebenso schon früher in der Übersetzung von Scotts Meteorologie (z. B. p. 211) angewandt ist. Dieselben Kurven sind von Erk „Thermo-Isoplethen" genannt worden.

sich ebenso die zwischen den Linien für 1 und 3 Uhr nachmittags am weitesten nach links resp. rechts vorspringenden Punkte der Kurven verbunden, so giebt die entstehende Linie für jeden Tag die mittlere Zeit des Temperaturmaximums an: dasselbe tritt z. B. im März etwa um $2^1/_2$ Uhr, dagegen im November um $1^1/_2$ Uhr ein.

Weitere Aufschlüsse über die Temperatur-Verhältnisse Stettins erlangt man aus der Tafel, sobald man die einzelnen Tages-Linien verfolgt und deren Schnittpunkte mit den Isothermen beachtet. Man kann auf diese Art den mittleren täglichen Gang der Temperatur für jeden Tag ohne weiteres ablesen. Auch fällt es dabei sofort auf, dass die den einzelnen Tagen entsprechenden Geraden in den verschiedenen Zeiten des Jahres eine sehr verschiedene Anzahl von Kurven durchschneiden: so z. B. ergeben sich für den ersten Januar Schnittpunkte nur mit einer einzigen Isotherme, der von 1°, während die Linie des elften Mai 8 verschiedene Kurven durchschneidet, von 8° bis 15°. Es ist dies eine naturgemässe Folge davon, dass die Differenz für die mittlere Temperatur der kältesten und wärmsten Stunde desselben Tages, die periodische Amplitude, in den verschiedenen Zeiten des Jahres sehr verschieden ist; sie beträgt für Stettin im Januar weniger als 2 Grad, im Mai dagegen beinahe 8 Grad.

Schon aus den bisherigen Betrachtungen, welche über die Tafel angestellt wurden, dürfte hervorgehen, dass Chrono-Isothermen die Temperaturverhältnisse eines Ortes so übersichtlich und zugleich so umfassend darstellen, wie es auf andre Art, etwa durch Tabellen, nicht erreichbar ist. Es erschien daher die Konstruktion dieser Kurven für Stettin, obgleich hier das erforderliche Beobachtungsmaterial nicht in derselben Vollständigkeit wie bei manchen Stationen erster Ordnung zur Verfügung steht, nicht überflüssig, um so weniger, als dieselben bisher für keinen Ort Norddeutschlands veröffentlicht sind. Die auch hier benutzte Idee, die Methode der Höhenschichtendarstellung in der Meteorologie anzuwenden, rührt von Lalanne her. Um die weitere Ausbildung dieser Idee hat sich besonders Erk sehr verdient gemacht. Erk bespricht in seiner auf diesen Gegenstand bezüglichen Abhandlung*) ausführlicher die Geschichte sowie die Bedeutung und Verwendung der „Isoplethen", liefert auch als Beispiele Abbildungen der Temperaturflächen von München, Madrid und Lissabon. Hier sollen nur noch kurz wenige Bemerkungen über die Verwendung unsrer Tafel gemacht werden. Da sie für jeden Tag und jede Stunde den vieljährigen Durchschnittswert der Temperatur giebt, so ermöglicht sie, die gegenwärtig täglich verbreiteten und von vielen beachteten Wetterprognosen in dem Falle richtig zu verstehen und mit dem nachher eintretenden Wetter zu vergleichen, wenn diese Voraussagen angeben, die Wärme werde „normal" oder höher resp. tiefer sein; normal bedeutet ja hierbei: nahe übereinstimmend mit dem vieljährigen Mittel. — Ferner liefern die Chrono-Isothermen ein in klimatologischer Beziehung nicht unwichtiges Element, indem

*) Erk, „Über die Darstellung der stündlichen und jährlichen Verteilung der Temperatur durch ein einziges (Thermo-Isoplethen-) Diagramm und dessen Verwendung in der Meteorologie." Meteor. Zeitschrift, 1885.

sie gestatten, genau anzugeben, etwa in Prozenten, welcher Bruchteil des Jahres eine Temperatur über oder unter einem bestimmten Grade, z. B. unter 0°, besitzt: man braucht zu dem Zwecke nur auf irgend eine Art auszumessen, wie gross auf der Tafel die Fläche ist, welche von den betreffenden Kurven eingeschlossen wird, um dann den erhaltenen Wert mit der das ganze Jahr abbildenden Fläche, in unsrem Falle also mit 365.24.10 qmm, zu vergleichen. Mit Hülfe der Wage wurde aus unsrer Tafel ermittelt, dass in Stettin die Temperatur 17.4 % des Jahres unter 0°, 38.9 % zwischen 0° und 10°, 37.2 % zwischen 10° und 20° und 6.5 % über 20° liegt. — Eine weitere Verwendung der Chrono-Isothermen besteht darin, dass sie durch ihre eigentümliche und für verschiedene Stationen wesentlich abweichende Gestalt einen Schluss auf das Klima des betreffenden Ortes ermöglichen. Wenn man die Abbildungen der Temperaturflächen anderer Stationen, etwa die oben erwähnten von Lissabon und Madrid, zur Vergleichung heranzieht, so zeigt sich, dass die Kurven unsrer Tafel verhältnismässig stark in vertikaler Richtung gestreckt sind und hierdurch erkennen lassen, dass das Klima Stettins in sofern einen mehr maritimen Charakter besitzt, als derselbe eine geringe periodische Tagesschwankung der Temperatur bedingt. Dagegen sieht man auch, dass unsere Isothermen in horizontaler Richtung verhältnismässig dicht an einander gedrängt sind. Dieser Umstand weist darauf hin, dass Stettin eine ziemlich grosse Jahresschwankung der Temperatur besitzt und in dieser Beziehung Orten mit kontinentalem Klima nahe steht.

Die vorstehenden Betrachtungen über die Bedeutung und Verwendbarkeit der Tafel mögen hier genügen. Es ist jetzt noch zu zeigen, in welcher Weise die durch die Beobachtungen gewonnenen, die Temperatur von Stettin betreffenden Zahlen zur Konstruktion der Chrono-Isothermen verwandt sind. Da muss zunächst konstatiert werden, dass hier lediglich das veröffentlichte Material benutzt werden konnte. In dieser Beziehung bilden eine Ausnahme nur die Stundenmittel (6 a, 2 p, 10 p) der Jahre 1868--78, welche der Verfasser einer direkten Mitteilung des meteorologischen Instituts verdankt. Die übrigen den Rechnungen und der Konstruktion zu Grunde liegenden Zahlenwerte wurden aus folgenden Quellen gewonnen:

Tabellen und amtliche Nachrichten über den preussischen Staat 1849 III (A) und 1858 (B). A enthält unter anderm die Monatsmittel für 1836—47, welche hier benutzt sind, nachdem sie von der ihnen anhaftenden Korrektion befreit waren*); ferner, von Dove veröffentlicht, den täglichen Gang der Temperatur nach den von Hess angestelsten vielstündigen Beobachtungen, leider mit erheblichen Druckfehlern, die aber aus Hellmanns nachher anzuführender Publikation festgestellt werden konnten. B bezieht sich auf die Jahre 1848—57. — Preussische Statistik. Aus den Heften dieses Quellenwerks konnten die Monatsmittel für 1858—84 entnommen werden; die Mittel für die einzelnen Beobachtungstermine 6 a, 2 p, 10 p befinden sich darin leider erst von 1879 an. — Jahresberichte der Polytechnischen

*) Es wird dies hier ausdrücklich bemerkt, weil in den nach A zu erwähnenden Publikationen die Mittel = 1/3 (6 a + 2 p + 10 p) sind, aber bei gewissen Wiederholungen die abweichende Beschaffenheit der in A mitgeteilten Werte nicht beachtet zu sein scheint.

Gesellschaft zu Stettin. Hier giebt in den Jahrgängen 1867—73 Boguslawski viele wertvolle Mitteilungen über das Klima Stettins, von denen besonders die Mittel der einzelnen Termine 6 a, 2 p, 10 p für 1848—67 in der vorliegenden Untersuchung benutzt wurden. — Ergebnisse der meteorol. Beobachtungen, herausgeg. vom Preuss. Meteor. Institut. Die einzelnen Jahrgänge dieses mit 1885 beginnenden Werkes lieferten die erforderlichen Angaben für 1885—87. — Hellmann, Die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre in Norddeutschland. Aus dieser Abhandlung wurden die durch die Besselsche Formel ausgeglichenen Abweichungen der einzelnen Stundenwerte benutzt, welche mit den oben erwähnten Dove'schen Zahlen verglichen werden konnten; ebenso die Zeiten für den Eintritt des Maximums und Minimums im täglichen Gange der Temperatur.

Aus der oben gegebenen Zusammenstellung ist ersichtlich, dass zur Verfügung standen: vielstündige Mittel für 1842—44; ferner die Monatsmittel, $\frac{1}{3}$ (6 a + 2 p + 10 p), für 1836—86; endlich die Durchschnittswerte der einzelnen Terminbeobachtungen für 1848—86. Bezüglich der letzten Gruppe soll jedoch hier sogleich erwähnt werden, dass für das Jahr 1874 wegen des im Mai dieses Jahres erfolgten Todes des Beobachters, des Rektors Hess, eine Lücke von mehreren Monaten vorhanden ist, welche auch nicht aus dem zur Verfügung stehenden Material für die einzelnen Termine durch Nachbarstationen ergänzt werden konnte, während dies für die Monatsmittel $\frac{1}{3}$ (6 a + 2 p + 10 p) leicht möglich war. Für die Mittel der einzelnen Beobachtungsstunden wurden daher nur die Jahre 1848—73 und 75—86 benutzt, und diese Jahre sollen im folgenden immer gemeint sein, wenn 38jährige Mittel erwähnt werden.

Wenn es sich nun darum handelt, die Temperaturwerte festzustellen, welche zur Konstruktion der Chrono-Isothermen benutzt werden sollen, so könnte man versucht sein, einfach diejenigen Abweichungen für die einzelnen 24 Stunden, welche durch die vielstündigen Beobachtungen 1842—44 ermittelt sind, etwa den 50jährigen Mitteln anzufügen. Dies würde doch aber nur dann richtig sein, wenn Grund vorhanden wäre zu der Annahme, dass annähernd gleiche Abweichungen auch aus einer längeren Beobachtungsreihe sich ergeben würden. Das Gegenteil ist jedoch der Fall, wie Tabelle 1 zeigt.

Tabelle I.

			Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
Stundenmittel — $\frac{1}{3}$ (6 a + 2 p + 10 p)	6a	42—44	—0.75	—0.76	—1.24	—2.00	—2.86	—3.34	—2.54	—2.66	—3.34	—2.94	—1.83	—0.76
		38jähr.	—0.65	—0.84	—1.36	—1.96	—2.64	—2.75	—2.52	—2.60	—2.71	—2.78	—2.17	—1.07
	2p	42—44	1.14	1.11	1.68	2.65	3.93	4.79	3.87	3.91	4.58	3.94	2.55	1.33
		38jähr.	0.91	1.12	1.73	2.51	3.60	4.04	3.90	3.79	3.85	3.72	2.74	1.50
	10p	42—44	—0.39	—0.34	—0.44	—0.65	—1.07	—1.37	—1.35	—1.24	—1.25	—1.00	—0.73	—0.57
		38jähr.	—0.25	—0.29	—0.36	—0.55	—0.96	—1.29	—1.39	—1.18	—1.15	—0.93	—0.56	—0.42
2p—6a		42—44	1.89	1.87	2.92	4.65	6.79	8.04	6.41	6.57	7.92	6.88	4.38	2.09
		38jähr.	1.56	1.96	3.09	4.47	6.24	6.79	6.42	6.39	6.56	6.50	4.91	2.57

Aus dieser Tabelle, deren Zahlen in Celsius-Graden zunächst die Differenz zwischen dem rohen Mittel und den einzelnen Stundentemperaturen für 6 a, 2 p, 10 p darstellen, ersieht man, dass diese Differenz für 1842—44*) und die 38jährigen Werte sehr verschieden ausfällt, namentlich im Mai und August für 6 a und 2 p. Noch deutlicher tritt der Unterschied aus den beiden letzten Reihen hervor, welche einen Schluss auf die Grösse der täglichen Amplitude gestatten: dieselbe ist z. B. in den genannten Monaten im Mittel der 38jährigen Beobachtungen um etwa 1,3 ° kleiner als für 1842—44**). Unter diesen Umständen war es naturgemäss, dass zur Ermittelung des täglichen Ganges zunächst die für die Stunden 6 a, 2 p, 10 p aus der viel längeren, 38jährigen Beobachtungsreihe sich ergebenden Abweichungen vom Mittel als feststehende Grundlage angenommen wurden. Die vielstündigen Mittel der kürzeren Reihe dienten dann dazu, in einer gleich näher zu erläuternden Weise im Anschluss an diese Grundlage die entsprechenden Abweichungen der übrigen Stunden zu liefern. Zunächst handelt es sich darum, die „wahren" 38jährigen Mittel zu finden. Hier wurden die aus den vielstündigen Beobachtungen sich ergebenden, von Hellmann berechneten Korrektionen benutzt. Dies erschien zulässig, da die betreffenden Werte sich mit andren Stationen in befriedigender Übereinstimmung befinden, wie Tabelle II zeigt.

Tabelle II. Korrektionen für $^1/_3$ (6 a + 2 p + 10 p), Cels.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Stettin	—0.06	—0.05	—0.05	0.09	0 23	0.24	0.11	0.10	0.20	0.20	—0.03	—0.01	0.08
Upsala	—0.10	—0.12	—0.20	0.01	0.30	0.20	0.13	0.20	0.32	0.32	—0.07	—0.11	0.07
Brüssel ...	—0.11	—0.10	—0.07	0.05	0.21	0.23	0.17	0.32	0.26	0.17	—0.02	—0.04	0.09
Greenwich	—0.14	—0.15	—0.09	0.06	0.22	0.19	0.19	0.21	0.26	0.17	—0.03	—0.11	0.06

Die Zahlen für Upsala, Brüssel und Greenwich sind Erks Abhandlung über „die Bestimmung wahrer Tagesmittel der Temperatur" entnommen. Die Werte für Stettin weichen für alle Monate vom rohen Mittel in demselben Sinne ab wie bei den erwähnten anderen Küstenstationen, sind aber meist kleiner, wodurch ihre Anwendung um so weniger bedenklich erscheint. Es mag daher gestattet sein, überall im folgenden diejenigen Zahlen, welche aus den rohen Mitteln durch

*) Hier wie überall im folgenden sind für 1842—44 die von Hellmann ausgeglichenen Zahlenwerte benutzt, was wohl unbedenklich geschehen konnte, besonders da der Unterschied zwischen den durch Rechnung und den als Mittel der Beobachtungen erhaltenen Zahlen 0,1 ° nirgends übersteigt.

**) Es ist auffallend, dass z. B. für dieselben beiden Monate auch noch die Mittel von 1848—73 und 1875—86 sich ähnlich unterscheiden: für die letzten 12 Jahre ist die Differenz 2 p — 6 a um etwa 1°, also die tägliche Amplitude um einen entsprechenden Betrag kleiner als für die 26 Jahre 1848—73. Diese Differenz entsteht dadurch, dass in den erwähnten 12 Jahren die Temperatur für 6 a höher und zugleich diejenige für 2 p tiefer liegt. Ob in diesen Thatsachen sich Erscheinungen von allgemeinerem, vielleicht periodischen Charakter wiederspiegeln (es liegt nahe, z. B. an die kürzlich von Schreiber im „Wetter", Juliheft 1890, veröffentlichte Abhandlung über die Zunahme der Niederschläge zu denken), oder ob besondere Verhältnisse der Stettiner Beobachtungsstation zu Grunde liegen, kann an dieser Stelle nicht untersucht werden.

Hinzufügung der in Tabelle II für Stettin gegebenen Korrektionen entstanden sind, als „wahre Mittel“ zu bezeichnen. Nach diesen Bemerkungen ist Tabelle III leicht verständlich. Die drei letzten Reihen derselben sind, wie schon oben bemerkt ist, als Haupt-Grundlage für die Konstruktion der Chrono-Isothermen benutzt.

Tabelle III. Temperatur von Stettin.
(38 Jahre, 1848—73 und 1875—86, Cels.)

		Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
	6 a	—0.40	—1.95	—1.20	0.38	4.75	9.49	14.16	15.69	14.84	11.29	6.74	2.19
	2 p	1.16	0.01	1.89	4.85	10.99	16.28	20.58	22.08	21.40	17.79	11.65	4.76
	10 p	0.00	—1.40	—0.20	1.79	6.43	10.95	15.29	17.11	16.40	13.14	8.35	2.84
1/3 (6 a+2 p+10 p)		0.25	—1.11	0.16	2.34	7.39	12.24	16.68	18.29	17.55	14.07	8.91	3.26
Wahres Mittel		0.19	—1.16	0.11	2.43	7.62	12.48	16.79	18.39	17.75	14.27	8.88	3.25
Abweichung vom wahren Mittel	6 a	—0.59	—0.79	—1.31	—2.05	—2.87	—2.99	—2.63	—2.70	—2.91	—2.98	—2.14	—1.06
	2 p	0.97	1.17	1.78	2.42	3.37	3.80	3.79	3.69	3.65	3.52	2.77	1.51
	10 p	—0.19	—0.24	—0.31	—0.64	—1.19	—1.53	—1.50	—1.28	—1.35	—1.13	—0.53	—0.41

Um nun auch die Abweichungen der übrigen Stunden festzustellen, ist in folgender Weise verfahren worden. Es wurden zunächst nach den vielstündigen Beobachtungen 1842—44 die 12 Kurven für den täglichen Gang der Temperatur gezeichnet*) mit Hülfe eines Coordinatensystems, auf dessen Abscissenachse die Tagesstunden aufgetragen wurden, während die zugehörigen Temperaturabweichungen vom wahren Mittel die Ordinaten bildeten. Neben der Kurve eines jeden Monats wurden dann diejenigen drei Punkte für 6 a, 2 p und 10 p bestimmt, welche den in den letzten Reihen von Tabelle III enthaltenen Werten entsprechen. Durch diese drei Punkte wurde nun eine kontinuierliche Kurve so gelegt, dass sie sich derjenigen für 1842—44 möglichst anschmiegte. Hierbei wurde die Zeit für den Eintritt des Maximums und Minimums beibehalten, auch natürlich beachtet, dass das Mittel aus den Abweichungen der 24 Stunden 0 sein muss. Die so entstandenen neuen 12 Kurven lieferten unmittelbar die Abweichungen der Temperaturen sämtlicher Tagesstunden vom wahren Mittel. Sie sind in Tabelle IV mitgeteilt. Die in derselben durch den Druck hervorgehobenen Zahlen stimmen mit den drei letzten Reihen von Tabelle III überein.

Um nun schliesslich diejenigen Werte zu erhalten, welche durch die Chrono-Isothermen wiederzugeben und zu ergänzen sind, würde es in mancher Beziehung am meisten korrekt sein, die in Tabelle IV enthaltenen Abweichungen den 38jährigen wahren Mitteln der Tabelle III anzufügen. Sollte irgendwo der sich so ergebende tägliche Gang der Temperatur von Nutzen sein, so liesse er sich ja aus den oben erwähnten Tabellen ohne weiteres ableiten. Hier indes erschien es

*) Bei allen für die Konstruktion nötigen Zeichnungen wurde der Massstab so gewählt, dass 10 Monatstagen, einem Grad und einer Stunde je 10 mm entsprechen. Hiermit hängt es zusammen, dass in den Zahlen überall die Hundertstel der Grade mit angeführt sind, wodurch also keineswegs angedeutet werden soll, dass die Resultate soweit genau seien, wenn auch natürlich diese Genauigkeit angestrebt ist, soviel es auf Rechnung und Zeichnung ankommt.

Tabelle IV.

Abweichung der Stundentemperaturen zu Stettin vom wahren Tagesmittel.

(38 Jahre, Cels.)

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1 a	—0.49	—0.45	—0.71	—1.50	—2.32	—2.95	—3.05	—2.79	—2.67	—2.00	—1.29	—0.54
2 a	—0.55	—0.51	—0.85	—1.64	—2.53	—3.45	—3.54	—3.21	—2.97	—2.29	—1.54	—0.68
3 a	—0.65	—0.61	—1.03	—1.71	—2.71	—3.85	—3.90	—3.68	—3.23	—2.53	—1.70	—0.86
4 a	—0.68	—0.75	—1.21	—1.79	—2.93	—4.10	—3.84	—3.84	—3.41	—2.72	—1.83	—1.01
5 a	—0.72	—0.83	—1.35	—2.00	—3.09	—3.85	—3.49	—3.60	—3.46	—2.87	—2.05	—1.05
6 a	**—0.59**	**—0.79**	**—1.31**	**—2.05**	**—2.87**	**—2.99**	**—2.63**	**—2.70**	**—2.91**	**—2.98**	**—2.14**	**—1.06**
7 a	—0.51	—0.61	—1.15	—1.74	—2.04	—1.60	—1.38	—1.51	—1.90	—2.48	—1.94	—0.90
8 a	—0.43	—0.43	—0.90	—1.16	—0.70	—0.10	—0.22	—0.38	—0.66	—1.38	—1.28	—0.71
9 a	—0.25	—0.22	—0.49	—0.23	0.61	1.30	0.86	0.64	0.54	0.16	—0.39	—0.26
10 a	0.01	0.12	—0.05	0.60	1.60	2.35	1.91	1.61	1.65	1.43	0.74	0.26
11 a	0.38	0.50	0.58	1.28	2.34	3.00	2.73	2.39	2.51	2.37	1.64	0.85
m	0.69	0.80	1.15	1.90	2.84	3.40	3.29	3.02	3.14	3.01	2.18	1.31
1 p	0.92	1.03	1.59	2.24	3.22	3.70	3.70	3.47	3.55	3.38	2.58	1.51
2 p	**0.97**	**1.17**	**1.78**	**2.42**	**3.37**	**3.80**	**3.79**	**3.69**	**3.65**	**3.52**	**2.77**	**1.51**
3 p	0.90	0.97	1.74	2.49	3.33	3.60	3.62	3.49	3.55	3.46	2.57	1.37
4 p	0.75	0.77	1.51	2.30	3.03	3.20	3.25	3.15	3.21	3.01	2.04	1.01
5 p	0.51	0.49	1.10	1.79	2.38	2.60	2.66	2.61	2.68	2.25	1.43	0.61
6 p	0.36	0.33	0.57	1.09	1.49	1.80	2.03	2.06	1.88	1.30	0.68	0.35
7 p	0.25	0.16	0.37	0 49	0.61	1.00	1.15	1.29	0.97	0.60	0.26	0.16
8 p	0.13	0.03	0.17	0.10	—0.11	0.00	0.10	0.29	0.10	—0.05	—0.03	—0.06
9 p	—0.02	—0.08	—0.13	—0.27	—0.71	—0.85	—0.80	—0.56	—0.65	—0.68	—0.29	—0.21
10 p	**—0.19**	**—0.24**	**—0.31**	**—0.64**	**—1.19**	**—1.53**	**—1.50**	**—1.28**	**—1.35**	**—1.13**	**—0.53**	**—0.41**
11 p	—0.31	—0.36	—0.48	—0.86	—1.66	—2.00	—2.10	—1.84	—1.91	—1.58	—0.81	—0.53
mn	—0.40	—0.43	—0.67	—1.18	—2.00	—2.50	—2.66	—2.35	—2.34	—1.81	—1.03	—0.59

erwünscht, durch die Tafel Temperaturmittel darzustellen, welche sich den aus einer möglichst langen Beobachtungsreihe zu gewinnenden „normalen" soweit nähern, als es das zur Verfügung stehende Material nur irgend gestattet. Aus diesem Grunde wurden die in Tabelle V gegebenen 50jährigen Mittel benutzt.

Tabelle V. 50jährige Temperaturmittel von Stettin,

1836—85, Cels.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
1/3 (6 a+2 p+10 p)	0.11	—1.32	—0.10	2.35	7.31	12.13	16.60	18.16	17.52	14.09	8.99	3.33	8.26
Wahre Mittel	0.05	—1.37	—0.15	2.44	7.54	12.37	16.71	18.26	17.72	14.29	8.96	3.32	8.34

Addiert man zu denselben die Werte von Tabelle IV, so erhält man die den täglichen Gang der Temperatur darstellenden Zahlen, welche Tabelle VI enthält. Gemäss der Entstehung dieser Tabelle sind also die aus ihr zu erhaltenden 24stündigen Mittel gleich den 50jährigen wahren Monatsmitteln, während die sich aus ihr ergebenden Stunden-Abweichungen die oben für 38 Jahre berechneten sind.

Tabelle VI. Täglicher Gang der Temperatur zu Stettin. (Cels.)

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
1 a	—0.44	—1.82	—0.86	0.94	5.22	9.42	13.66	15.47	15.05	12.29	7.67	2.78
2 a	—0.50	—1.88	—1.00	0.80	5.01	8.92	13.17	15.05	14.75	12.00	7.42	2.64
3 a	—0.60	—1.98	—1.18	0.73	4.83	8.52	12.81	14.58	14.49	11.76	7.26	2.46
4 a	—0.63	—2.12	—1.36	0.65	4.61	8.27	12.87	14.42	14.31	11.57	7.13	2.31
5 a	—0.67	—2.20	—1.50	0.44	4.45	8.52	13.22	14.66	14.26	11.42	6.91	2.27
6 a	—0.54	—2.16	—1.46	0.39	4.67	9.38	14.08	15.56	14.81	11.31	6.82	2.26
7 a	—0.46	—1.98	—1.30	0.70	5.50	10.77	15.33	16.75	15.82	11.81	7.02	2.42
8 a	—0.38	—1.80	—1.05	1.28	6.84	12.27	16.49	17.88	17.06	12.91	7.68	2.61
9 a	—0.20	—1.59	—0.64	2.21	8.15	13.67	17.57	18.90	18.26	14.45	8.57	3.06
10 a	0.06	—1.25	—0.20	3.04	9.14	14.72	18.62	19.87	19.37	15.72	9.70	3.58
11 a	0.43	—0.87	0.43	3.72	9.88	15.37	19.44	20.65	20.23	16.66	10.60	4.17
m	0.74	—0.57	1.00	4.34	10.38	15.77	20.00	21.28	20.86	17.30	11.14	4.63
1 p	0.97	—0.34	1.44	4.68	10.76	16.07	20.41	21.73	21.27	17.67	11.54	4.83
2 p	1.02	—0.20	1.63	4.86	10.91	16.17	20.50	21.95	21.37	17.81	11.73	4.83
3 p	0.95	—0.40	1.59	4.93	10.87	15.97	20.33	21.75	21.27	17.75	11.53	4.69
4 p	0.80	—0.60	1.36	4.74	10.57	15.57	19.96	21.41	20.93	17.30	11.00	4.33
5 p	0.56	—0.88	0.95	4.23	9.92	14.97	19.37	20.87	20.40	16.54	10.39	3.93
6 p	0.41	—1.04	0.42	3.53	9.03	14.17	18.74	20.32	19.60	15.59	9.64	3.67
7 p	0.30	—1.21	0.22	2.93	8.15	13.37	17.86	19.55	18.69	14.89	9.22	3.48
8 p	0.18	—1.34	0.02	2.54	7.43	12.37	16.81	18.55	17.82	14.24	8.93	3.26
9 p	0.03	—1.45	—0.28	2.17	6.83	11.52	15.91	17.70	17.07	13.61	8.67	3.11
10 p	—0.14	—1.61	—0.46	1.80	6.35	10.84	15.21	16.98	16.37	13.16	8.43	2.91
11 p	—0.26	—1.73	—0.63	1.58	5.88	10.37	14.61	16.42	15.81	12.71	8.15	2.79
mn	—0.35	—1.80	—0.82	1.26	5.54	9.87	14.05	15.91	15.38	12.48	7.93	2.73

Es wurde nun zunächst mittelst der Zahlen der letzten Tabelle ein System von Hülfskurven gezeichnet, welches den Verlauf der Temperatur einer jeden Stunde durch das ganze Jahr hindurch darstellt. Auf der Abscissenachse wurden zu dem Zwecke in gleichen Abständen die 365 Tage des Jahres, als Ordinaten die Temperaturen eingetragen: die letzteren aber im allgemeinen nicht in der Mitte des dem betreffenden Monat entsprechenden Abscissenstücks, weil die Mittelwerte infolge des ungleichmässigen Ansteigens und Sinkens der Temperatur durchaus nicht in allen Monaten auch nur annähernd zu dem mittleren Monatstage gehören. Um über diesen Punkt Aufschluss zu bekommen, wurde der jährliche Gang der Temperatur, $^1/_3$ (6 a + 2 p + 10 p), nach Pentadenmitteln gezeichnet und die erhaltene gebrochene Linie graphisch so ausgeglichen, dass eine kontinuierliche Kurve entstand, welche die beträchtlichsten Unregelmässigkeiten entsprechend wiedergiebt. Die Ordinaten dieser Kurve besitzen für die einzelnen Monate ihren aus sämtlichen Tagen gebildeten Mittelwert im Januar zwischen dem ~~13. und 14.~~ sowie zwischen dem 20. und 21., im Februar und März zwischen dem 16. und 17., im April und November zwischen dem 13. und 14., im Juni am 12., das Julimittel tritt ein am 13. Juli und auch am 9. August, das des August zwischen dem 17. und 18. dieses Monats sowie am 6. Juli, das der übrigen Monate annähernd in ihrer Mitte. Bei den hier angegebenen Tagen wurden die in Tabelle VI enthaltenen Monatsmittel der Tem-

peratur als Ordinaten eingetragen und deren Endpunkte für jede einzelne Stunde durch eine kontinuierliche, der mittleren Jahreskurve ähnliche Linie verbunden. Die so erhaltenen Kurven liefern in dem Coordinatennetz für jeden Grad eine genügende Anzahl von Zeitpunkten, mit deren Hülfe nun die Chrono-Isothermen selbst ohne weiteres gezeichnet werden können.

Es ist nicht zweifelhaft, dass die Ausführung der hier zu Hülfe genommenen, durch graphische Ausgleichung der Pentadenmittel erhaltenen Jahreskurve eine gewisse Willkür zulässt. Vielleicht wäre der Vergleichbarkeit wegen eine bestimmte rechnerische Ausgleichung, etwa nach der von Buys Ballot eingeführten Methode der Bildung und Vereinigung von „Triaden", mehr empfehlenswert, wie es ja auch erwünscht wäre, nach demselben Prinzip da, wo dies möglich ist, die Jahreskurve jeder einzelnen Stunde herzustellen. Sicher ist es indes, dass auch bei dem hier benutzten Verfahren Isothermen entstehen, welche den jährlichen Gang genauer wiedergeben, als wenn die betreffenden Temperaturwerte bei der Konstruktion der Hülfskurven in der Mitte des den einzelnen Monaten zugehörigen Abscissenstücks eingetragen werden. Ein Blick auf unsere Tafel zeigt z. B. sofort, wie durch die eigentümliche Gestalt, welche die Isothermen von Mitte Juni bis in das letzte Drittel des Juli hinein besitzen, die für diese Zeit bekannte Unregelmässigkeit im jährlichen Gange der Temperatur zur Darstellung gebracht wird.

Stettin, 1891.
Druck von F. Hessenland.

Chrono-Isothermen für Stettin.

(Cels.)



